

Możliwości i wyzwania dla polskiej infrastruktury bibliotek cyfrowych

CEZARY MAZUREK, MACIEJ STROIŃSKI, MARCIN WERLA, JAN WĘGLARZ

Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe

{mazurek / stroins / mwerla / weglarz}@man.poznan.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono główne etapy rozwoju polskiej infrastruktury bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER. Uruchomienie w 2002 roku Wielkopolskiej Biblioteki Cyfrowej stało się impulsem do dynamicznego rozwoju sieci regionalnych i instytucjonalnych bibliotek cyfrowych w ramach infrastruktury informatycznej dla nauki. Wraz ze wzrostem liczby zasobów zgromadzonych w ramach bibliotek cyfrowych w Polsce, wzrasta ich znaczenie dla rozwoju badań prowadzonych z trudno dostępnymi wcześniej materiałami źródłowymi. Poza tym, zasoby gromadzone i udostępniane w ramach infrastruktury informatycznej nauki zyskały również istotny wymiar społeczny. Te dwa wyraźne nurty ewolucji polskich bibliotek cyfrowych, wsparte dynamicznym rozwojem narzędzi i usług, zaowocowały w ostatnim okresie włączeniem polskich zasobów do Europejskiej Biblioteki Cyfrowej Europeana. Stało się to możliwe dzięki przemyślanej i systematycznej pracy całego środowiska skupionego wokół Konsorcjum Polskich Bibliotek Cyfrowych, a w efekcie uruchomienia w sieci PIONIER usługi Federacji Bibliotek Cyfrowych, agregującej metadane polskich bibliotek cyfrowych. Nowym wyzwaniem dla dojrzałej już infrastruktury bibliotek cyfrowych (zarówno pod względem narzędzi, jak i wartości) jest jej dalsza ekspansja w kierunku kolejnych zastosowań. Przed istniejącym już instrumentarium otwierają się możliwości budowy nowych aplikacji i usług w takich obszarach jak: transmisje multimedialne, telemedycyna, edukacja czy wirtualne laboratoria. Wykorzystanie wyników prac rozwojowych prowadzonych w ramach rozbudowy polskiej infrastruktury informatycznej dla nauki w połączeniu z rezultatami wielu projektów europejskich pozwoli na opracowanie i wdrażanie nowoczesnych narzędzi informatycznych i aplikacji naukowych m.in. dla humanistyki.

Słowa kluczowe: biblioteki cyfrowe, infrastruktura informatyczna, federacje usług, e-Humanistyka

1. Wstęp

Infrastruktura polskich bibliotek cyfrowych wchodzi w kolejny etap dynamicznego rozwoju. Uruchomiona w 2007 roku Federacja Bibliotek Cyfrowych w sieci PIONIER pozwoliła na różnokontekstową agregację metadanych i informacji o strukturze bibliotek cyfrowych na poziomie krajowym. W ten sposób, do istniejących już elementów tej infrastruktury, takich jak sieć światłowodowa Polskiego Internetu Optycznego oraz zasoby obliczeniowe zorganizowane w strukturze gridów, dodana została warstwa danych naukowych oraz pozyskiwania informacji z istniejących zasobów bibliotek cyfrowych. Taka struktura gotowa jest na realizację nowych wyzwań zarówno w zakresie nauk technicznych, jak i humanistycznych.

Zdecydowanym krokiem w kierunku rozwoju e-Humanistyki było włączenie zasobów polskich bibliotek cyfrowych do Europejskiej Biblioteki Cyfrowej Europeana. Przemyślana i systematyczna praca całego środowiska skupionego wokół Konsorcjum Polskich Bibliotek Cyfrowych oraz uruchomienie w sieci PIONIER usługi Federacji Bibliotek Cyfrowych, agregującej metadane

polских bibliotek cyfrowych, to dwa najistotniejsze czynniki, jakie pozwoliły na osiągnięcie tego etapu rozwoju polskiej infrastruktury informatycznej nauki. Nowym wyzwaniem jest jej dalsza ekspansja w kierunku kolejnych zastosowań. Przed istniejącym już instrumentarium otwierają się możliwości budowy nowych aplikacji i usług w takich obszarach jak transmisje multimedialne, telemedycyna, edukacja czy wirtualne laboratoria.

W kolejnym rozdziale omówiono główne etapy rozwoju bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER, w szczególności zaprezentowano usługę Federacji Bibliotek Cyfrowych oraz model agregacji metadanych dla Europeany. Na tym tle przedstawiono nowe zastosowania bibliotek cyfrowych dla usług multimedialnych, np. systemu iTVP oraz do budowy Medycznej Biblioteki Cyfrowej i Wirtualnego Laboratorium Interaktywnego Nauczania.

2. Rozwój bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER

2.1. Sieć bibliotek cyfrowych

Budowę sieci bibliotek cyfrowych i repozytoriów w Polsce zainicjowano uruchomieniem we wrześniu 2002 roku pierwszej w Polsce biblioteki cyfrowej – Wielkopolskiej Biblioteki Cyfrowej (WBC). Był to efekt bliskiej współpracy Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego (PCSS), twórcy oprogramowania dLibra [1, 2] oraz Poznańskiej Fundacji Bibliotek Naukowych (PFBN).

W kolejnych latach uruchamiano nowe biblioteki cyfrowe, tworząc zarazem polską platformę rozproszonych bibliotek cyfrowych. Aktualnie w Polsce uruchomionych jest ponad 40 publicznie dostępnych bibliotek cyfrowych, z których około 90% wykorzystuje oprogramowanie dLibra.

Ze względu na charakter organizacyjny biblioteki cyfrowe w Polsce możemy podzielić na instytucjonalne oraz regionalne. Instytucjonalne biblioteki cyfrowe prowadzone są zazwyczaj przez jedną instytucję. Umieszczane w niej obiekty cyfrowe związane są najczęściej z aktualną działalnością i historią tej instytucji. Zarówno opieka merytoryczna nad biblioteką, jak i techniczna nad systemem informatycznym spoczywa na barkach tej konkretnej instytucji. Przykładami mogą tu być biblioteki cyfrowe wielu uczelni wyższych (m. in. Uniwersytetu Wrocławskiego i Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej czy Politechniki Lubelskiej) oraz innych instytucji państwowych (Biblioteka Cyfrowa Centralnego Ośrodka Doskonalenia Nauczycieli) czy nawet organizacji pozarządowych, takich jak fundacje (np. Publiczne Cyfrowe Archiwum Agnieszki Osieckiej). W grupie instytucjonalnych bibliotek cyfrowych wyróżnia się Wirtualny Księgozbiór Federacji Bibliotek Kościelnych FIDES, którego zawartość jest współtworzona przez biblioteki wchodzące w skład Federacji (obecnie jest ich ponad 80).

Regionalne biblioteki cyfrowe mają nieco inny charakter. Tworzone są najczęściej z myślą o digitalizacji dziedzictwa kulturowego i zasobu naukowego danego regionu oraz dziedzictwa narodowego. Współtworzone są przez różnorodne instytucje regionu, takie jak biblioteki uczelni publicznych i prywatnych, biblioteki publiczne, muzea, archiwa, organizacje kultury, a nawet osoby prywatne. Z tego względu charakter, a przez to także zasoby takich bibliotek cyfrowych, są bardzo różnorodne, choć w większości związane tematycznie z określonym regionem kraju. Model działań techniczno-merytorycznych wzorowany jest najczęściej na tym wypracowanym przy powstawaniu

Wielkopolskiej Biblioteki Cyfrowej. W modelu tym regionalne naukowe centrum sieciowe czy obliczeniowe opiekuje się systemem biblioteki cyfrowej od strony technicznej, natomiast współtworzące bibliotekę cyfrową regionalne instytucje kultury i nauki, z jedną koordynującą wszystkie działania, kierują merytorycznym rozwojem biblioteki. Obecny stan infrastruktury bibliotek cyfrowych przedstawia ryc. 1.



Ryc. 1. Infrastruktura bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER

2.2. Federacja Bibliotek Cyfrowych

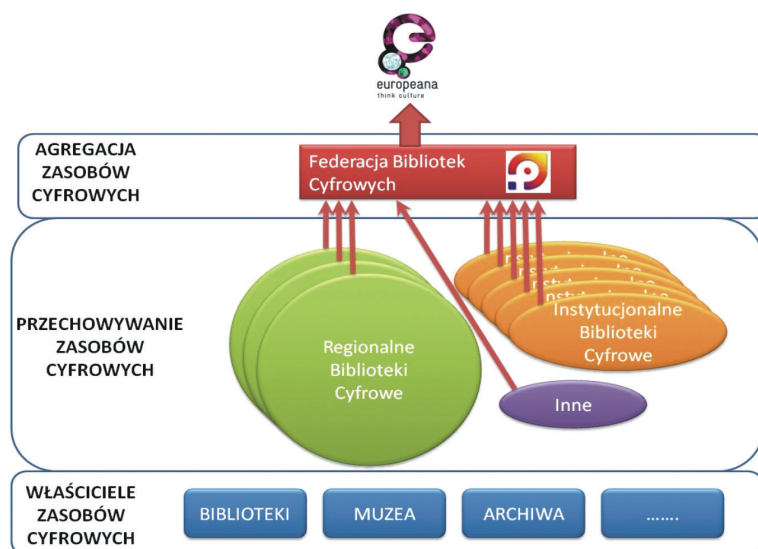
Wraz z dynamicznym rozwojem bibliotek cyfrowych i równie dynamicznym wzrostem dostępnych w nich zasobów cyfrowych, pojawiły się nowe wyzwania związane z wykorzystaniem i szeroką popularyzacją zasobów bibliotek cyfrowych. Początkowo działania te skupiły się na automatycznej, okresowej komunikacji między bibliotekami cyfrowymi w celu wymiany informacji o udostępnianych zasobach. Dzięki takiemu podejściu każda biblioteka cyfrowa udostępniała funkcję wyszukiwania obiektów cyfrowych spośród wszystkich bibliotek cyfrowych w Polsce. Z biegiem czasu okazało się, że mniejsze biblioteki cyfrowe nie posiadają zaplecza sprzętowego, które pozwalałoby na sprawną realizację takiego modelu. Fakt ten, w połączeniu z dalszym wzrostem liczby bibliotek cyfrowych i udostępnianych w nich zasobów, był podstawą do rozpoczęcia w 2006 roku budowy nowych, zaawansowanych usług informacyjnych, opartych na funkcjonujących w sieci PIONIER rozproszonych bibliotekach cyfrowych. Efektem tych działań było uruchomienie przez PCSS w czerwcu 2007 roku serwisu Federacji Bibliotek Cyfrowych (FBC, <http://fbc.pionier.net.pl/>). Misją tego serwisu jest ułatwienie wykorzystania zasobów polskich bibliotek cyfrowych i repozytoriów, zwiększenie widoczności i popularyzacja ich zasobów w Internecie oraz udostępnienie użytkownikom Internetu i twórcom bibliotek cyfrowych nowych, zaawansowanych usług sieciowych opartych na tych zasobach. W ramach FBC znajdują się takie usługi jak wyszukiwanie rozproszonych zasobów cyfrowych, wykrywanie potencjalnych duplikatów obiektów cyfrowych, przeglądanie planów digitalizacji bibliotek czy lokalizacja obiektów cyfrowych na podstawie ich unikalnych identyfikatorów. Usługi FBC oparte są na otwartych i powszechnie uznanych standardach komunikacyjnych, co daje dużą

elastyczność (np. przy przyłączaniu nowych bibliotek cyfrowych) i naturalną interoperacyjność tego serwisu. U podstaw funkcjonowania FBC znajduje się zbiór atomowych usług dla rozproszonych bibliotek cyfrowych, których koncepcja została opracowana w ramach projektu badawczego [4-6].

Dostępny obecnie w sieci PIONIER zasób około 300 000 obiektów cyfrowych jest nieustannie powiększany dzięki współpracy kilkuset instytucji kultury w Polsce. Zasób ten jest efektem wieloletnich wysiłków i współpracy instytucji nauki i kultury, wysiłków zorientowanych na wzbogacanie usług i możliwości oferowanych społeczeństwu informacyjnemu. Dzięki sieci PIONIER te cenne zasoby mogą być szeroko wykorzystywane zarówno w środowisku naukowym, jaki i w edukacji czy przez osoby indywidualne.

2.3. Agregacja metadanych dla Europeany

Schemat organizacyjny agregacji metadanych i obiektów cyfrowych funkcjonujący w infrastrukturze bibliotek cyfrowych sieci PIONIER przedstawiono na ryc. 2.



Ryc. 2. Model agregacji metadanych i obiektów z bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER

W modelu tym wyróżniamy dwa poziomy agregacji. Pierwszy poziom to regionalne biblioteki cyfrowe, które agregują obiekty i metadane od wielu różnych dostawców treści – bibliotek, archiwów, muzeów i innych instytucji danego regionu. Drugi poziom agregacji to Federacja Bibliotek Cyfrowych, która pobiera metadane obiektów cyfrowych zgromadzonych w regionalnych i instytucjonalnych bibliotekach cyfrowych. Na podstawie tych metadanych FBC udostępnia nowe usługi, jak chociażby wyszukiwanie czy lokalizacja obiektów cyfrowych. Ponadto FBC jest w stanie przekazywać zagregowane metadane do serwisów takich jak Europeana. Każdy z wymienionych poziomów agregacji zrealizowano w oparciu o protokół OAI-PMH. W ramach tych prac opracowano zautomatyzowany proces normalizacji i wzbogacenia agregowanych metadanych, tak aby spełniały one wytyczne związane ze schematem Europeana Semantic Elements.

Opisana powyżej koncepcja architektury dla infrastruktury bibliotek cyfrowych budowanej w sieci PIONIER zaprezentowana została publicznie w listopadzie 2005 roku, podczas drugich warsztatów „Biblioteki cyfrowe”. Konsekwentna implementacja tej koncepcji, zarówno na poziomie bibliotek cyfrowych, jak i powyżej nich, doprowadziła do sytuacji, w której Polska jako jeden z wielu krajów Europy ma infrastrukturę sieciowych usług bibliotek cyfrowych w pełni zgodną z najnowszą koncepcją budowy Europeany, wypracowaną w roku 2008. Obecnie w stadium prototypu są prace mające na celu agregowanie na poziomie FBC nie tylko metadanych obiektów cyfrowych, ale również informacji o strukturze tych obiektów, z uwzględnieniem charakterystyki wydawnictw ciągłych i wielotomowych, wielu wydań i unikalnych egzemplarzy poszczególnych publikacji czy wreszcie zróżnicowanych tematycznych kolekcji tworzonych w poszczególnych bibliotekach cyfrowych. Prace te mają na celu m.in. przygotowanie sieci polskich bibliotek cyfrowych do nowego obiektowego schematu metadanych, nad którym prace rozpoczął niedawno zespół Europeany.

3. Zastosowania bibliotek cyfrowych w budowie nowych aplikacji i usług

3.1. Agregacja treści interaktywnej telewizji

iTVP jest platformą realizującą usługi interaktywnego dostępu do materiałów audiowizualnych w szerokopasmowych sieciach IP [7, 8]. Platforma ta powstała w ramach projektu celowego KBN nr 6 T11 067 2001 C 5677 pt.: „System udostępniania sygnału audiowizualnego w Polskim Internecie Optycznym w sposób zapewniający realizację telewizji interaktywnej” i wpisuje się w nurt rozwoju systemów typu IPTV wykorzystujących możliwości płynące z zastosowania szerokopasmowych sieci IP.

Główny składnik systemu iTVP – System Dostarczania Treści (SDT) – jest systemem klasy CDN, a więc realizuje przede wszystkim zadanie przesyłu treści od jej dostawcy do użytkownika. Zadanie to wymaga współpracy z systemami dostawców treści z jednej strony i interaktywnymi portalami użytkowników, stanowiącymi punkty dostępu do iTVP, z drugiej. System dostawcy treści realizuje wszystkie funkcje związane z przygotowaniem treści do dystrybucji, a więc cyfryzację, kodowanie do formatu dostosowanego do dystrybucji przez sieci IP, tworzenie metadanych opisujących treści oraz zarządzanie repozytorium treści stanowiącym pierwotne źródło treści dla SDT. Interaktywny portal prezentuje użytkownikom zestaw dostępnych usług oraz umożliwia korzystanie z wybranych z funkcji. SDT musi zatem wymieniać szereg informacji z oboma rodzajami systemów oraz świadczyć usługi na ich rzecz.

Współpraca między SDT oraz systemem dostawcy treści wymaga więc ustanowienia odpowiedniego interfejsu między tymi komponentami oraz udostępnienia mechanizmów pobierania treści i metadanych przez SDT oraz zlecenia dystrybucji treści przez system dostawcy. Portal użytkownika pośredniczy między SDT a użytkownikami, stanowiąc punkt dostępu do systemu. Do jego zadań należy prezentacja oferty programowej oraz przyjmowanie żądań dotyczących wybranej treści użytkownika. SDT otrzymuje z portalu żądanie udostępnienia wskazanej treści na rzecz danego użytkownika, zaś w odpowiedzi udostępnia URL, pod którym dana treść jest dostępna. Warto wspomnieć, że SDT może współpracować z wieloma niezależnymi systemami dostawcy treści oraz wieloma portalami.

W powyższym kontekście nowym wyzwaniem dla systemów bibliotek cyfrowych, a także dla procesów agregacji metadanych, jest zastosowanie nowych mechanizmów, także do treści pochodzących z usług multimedialnych, typu system iTVP. W szczególności, pierwszym krokiem w kierunku realizacji tak postawionego problemu może być włączenie do usługi Federacji Bibliotek Cyfrowych systemów dostawcy treści dla systemu iTVP.

3.2. Medyczna biblioteka cyfrowa

Medyczna Biblioteka Cyfrowa [9] to zbiór anonimowych danych medycznych, które podlegają analizie i wykorzystaniu w ramach szeregu usług telemedycznych o charakterze edukacyjnym i statystycznym. Podstawowym zbiorem danych w Medycznej Bibliotece Cyfrowej jest rejestr przypadków medycznych (ryc. 3). Rejestr ten gromadzi dane o szczególnie interesujących przypadkach medycznych opisanych w ustandaryzowany sposób. Opis każdego przypadku zawiera zarówno wyniki wszystkich przeprowadzonych badań, jak również opis zastosowanego leczenia, wraz z jego końcowym rezultatem. Ważnym aspektem jest także szczegółowe klasyfikowanie przypadków według powszechnie stosowanych skal takich, jak skala Moore'a, AIS czy AO w przypadku urazów. Tak opisane przypadki stanowią doskonałą bazę do analizy zebranych danych medycznych i budowy innowacyjnych usług telemedycznych.



Ryc. 3. Przykładowy przypadek medyczny w Medycznej Bibliotece Cyfrowej

Informacje zgromadzone w rejestrze przypadków medycznych można przetwarzać, wykorzystywać i dostarczać w ramach innych usług i aplikacji. W ramach projektu pn. „Wielkopolskie Centrum Telemedycyny” planuje się wykonanie dwóch usług o charakterze edukacyjnym, które mogłyby wykorzystywać dane udostępniane przez rejestr przypadków. Pierwszą z tych usług jest usługa

zdalnego nauczania, budowana na bazie platformy typu LMS (ang. *Learning Management System*). Kursy uruchamiane na platformie i udostępniane użytkownikom w szpitalach integrują jako swoje elementy składowe obiekty zrealizowane na bazie treści nie tylko przygotowanych specjalnie na potrzeby danego kursu, ale także tych pochodzących z zewnętrznych, w stosunku do platformy LMS, źródeł danych takich, jak archiwum danych multimedialnych (np. nagrania pokazowego przeprowadzenia zabiegu operacyjnego) czy rejestr przypadków medycznych (tzw. przypadek wzorcowy ilustrujący tematykę kursu). Drugim modulem wykorzystującym dane zgromadzone w rejestrze przypadków medycznych jest podsystem wspomagania decyzji klinicznych. Podsystem ten planowany jest jako narzędzie umożliwiające odnalezienie na podstawie rzeczywistych danych aktualnie rozwiązywanego problemu medycznego wiedzy pozwalającej na szybsze postawienie trafnej diagnozy i (lub) zaplanowanie postępowania terapeutycznego. Wiedza ta jest przy tym odszukiwana zarówno w znanych repozytoriach publikacji medycznych, bazach danych faktów medycznych, jak i rejestrze przypadków medycznych.

Warto także zwrócić uwagę, że informację zgromadzoną w rejestrze przypadków medycznych można również analizować pod kątem statystycznym. Odpowiednia analiza wyniku prowadzonych działań w zakresie leczenia poszczególnych schorzeń pod kątem skuteczności czy bezpieczeństwa zastosowanych metod, umożliwia nabywanie nowej wiedzy i udostępnienie jej w ramach usług tele-edukacji medycznej jako standard postępowania terapeutycznego. W ramach projektu pn. „Wielkopolskie Centrum Telemedycyny” planuje się zrealizowanie pierwszych usług statystycznych – ich zakres jest przedmiotem prac projektu.

3.3. Wirtualne Laboratorium Interaktywnego Nauczania

Wirtualne Laboratorium Interaktywnego Nauczania [10] realizowane jest w postaci internetowej platformy edukacyjnej. Realizowany system laboratorium wirtualnego będzie środowiskiem wspomagającym przeniesienie informacji o zachodzących zjawiskach w świat cyfrowy w powszechnie dostępnym Internecie. Główną rolą systemu będzie upowszechnienie dostępnych informacji, przedstawienie ich w sposób atrakcyjny i niekonwencjonalny, tak aby możliwe było wykorzystanie treści w procesie edukacyjnym. Szczególną rolę w przechowywaniu obiektów multimedialnych związanych z pomiarami i publikacjami dotyczącymi środowiska naturalnego będzie pełnić biblioteka cyfrowa.

Biblioteka cyfrowa WLIN będzie komunikowała się także z dedykowanym systemem wspomagającym zarządzanie nauczaniem (LMS – ang. *Learning Management System*). System taki pozwoli na pełne wykorzystanie możliwości, jakie daje zdalna edukacja, oferując mechanizmy zarządzania treścią czy przygotowywania, udostępniania i monitorowania przebiegu szkoleń przeprowadzanych w wielu różnorodnych formach. Dedykowany system e-learning umożliwia samodzielny wybór przez osobę uczącą się zarówno formatu dostarczanej wiedzy, jak i tempa nauki.

Do systemu zostaną podłączone urządzenia umożliwiające ciągłą obserwację zarówno otoczenia (interaktywne kamery internetowe), jak i pomiar warunków atmosferycznych (stacje meteo).

Dane stanowić będą ilustrację treści opracowanych w postaci cyklu lekcji, które przeprowadzane przy pomocy nauczyciela, korzystającego z funkcjonalności proponowanego systemu, będą stanowiły dodatkowy walor, rozbudzający zainteresowania uczniów kwestiami związanymi z ochroną środowiska. W projekcie WLIN określone zostały następujące projekty edukacyjne:

- Prognozowanie na podstawie obserwacji meteorologicznych okresów fenologicznych wybranych roślin.
- Rola martwego drewna w procesach akumulacji węgla i azotu.
- Ocena zagrożenia suszą na podstawie pomiarów atmosferycznych.
- Monitoring czystości wód oraz przepływów rzeki Młynówki w obrębie Biedrusko.

Rozwój Wirtualnego Laboratorium Interaktywnego Nauczania realizowany jest w ramach projektu „Budowa sieci na rzecz środowiska oraz ochrona pachnicy dębowej na obszarze wytypowanym do sieci Natura 2000 PLH 300001 Biedrusko” finansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego.

4. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono infrastrukturę bibliotek cyfrowych w sieci PIONIER. Do najważniejszych jej cech należą: silnie rozproszona architektura, jeden punkt dostępu do zasobów i usług, otwarte standardy komunikacji, skoordynowane zarządzanie zasobami oraz wykorzystanie innych elementów infrastruktury naukowej (tzw. usług wspólnych). Infrastruktura ta obejmuje obecnie blisko 40 instalacji systemów bibliotek cyfrowych w których zgromadzono ok. 150 tysięcy obiektów cyfrowych. Dostęp do wszystkich zasobów możliwy jest dzięki Federacji Bibliotek Cyfrowych. Uruchomiona w roku 2007 i dostępna pod adresem fbc.pionier.net.pl usługa ma na celu ułatwienie wykorzystania zasobów polskich bibliotek cyfrowych i repozytoriów, zwiększenie widoczności tych zasobów w Internecie oraz udostępnienie ich użytkownikom nowych, zaawansowanych możliwości, bazujących na tych zasobach. Dynamiczny rozwój Federacji, stały wzrost wykorzystania jej funkcji i zasobów przez użytkowników, włączenie FBC do oficjalnej dystrybucji przeglądarki Firefox, i wreszcie, wykorzystanie jej przy budowie Europejskiej Biblioteki Cyfrowej Europeana pokazują, że jej uruchomienie stanowiło właściwy krok w rozwoju polskiej infrastruktury bibliotek cyfrowych w sieci naukowej.

Zawartość bibliotek cyfrowych dostępna w ramach opisanej infrastruktury stanowi przedmiot badań wielu naukowców nauk humanistycznych na świecie, stąd też jest istotnym czynnikiem umożliwiającym zwiększenie dynamiki prowadzonych w tym zakresie badań. Istotne jest przy tym, iż polski model realizacji infrastruktury bibliotek cyfrowych pozwala na synergiczny rozwój zasobów cyfrowych oraz usług, które są niezbędne do pracy w ramach nowoczesnego warsztatu naukowego osadzonego w infrastrukturze informatycznej nauki. Ponadto, wyłączną cechą tego składnika jest również społeczne znaczenie zgromadzonych zasobów informacyjnych, a w przyszłości powszechne wykorzystanie tych narzędzi i usług.

Piśmiennictwo

- [1] Mazurek C., Szuber S., *Development of Digital Libraries at Poznan Supercomputing and Networking Center. ISThmus 2000. Research and Development for the Information Society*. Poznań (Poland), April 2000.
- [2] Mazurek C., *Biblioteki cyfrowe i elektroniczne wydawnictwa na przykładzie oprogramowania dLibra, IV Krajowe Forum Informacji Naukowej i Technicznej „Informacja, wiedza, gospodarka”*. PTIN, Katowice (Polska), 18-20 września 2001.
- [3] Mazurek C., Stroiński M., Węglarz J., Werla M., *Metadata harvesting in regional digital libraries in PIONIER Network*. Campus-Wide Information Systems. 2006, t. 23, nr 4, s. 241-253. ISSN 1065-0741.

-
- [4] Mazurek C., Parkoła, T., Werla M., *Atomowe usługi w środowisku rozproszonych bibliotek cyfrowych*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. 2007. ISBN 978-83-7143-349-8. II Krajowa Konferencja Naukowa „Technologie przetwarzania danych”, Poznań, 24 - 26 wrzesień, 2007. s. 446-457.
 - [5] Kosiedowski M., Mazurek C., Stroiński M., Werla M., Wolski M., *Federating digital library services for advanced applications in science and education*. Computational Methods in Science and Technology, 2007, t. 14.
 - [6] Dudczak A., Mazurek C., Werla M., *RESTful Atomic Services for Distributed Digital Libraries*. 2008, ISBN 978-1-4244-244-9. 1st International Conference on Information Technology, Gdańsk, 18 - 21 maj, 2008. s. 267-270.
 - [7] Czyrnek M., Kusmierek E., Mazurek C., Stroiński M., *Large-scale multimedia content delivery over optical networks, for interactive TV services*. Future Generation Computer, Systems, 22(8): 1018-1024, 2006.
 - [8] Czyrnek M., Kuśmerek E., Mazurek C., Stroiński M., Węglarz J., *Content Delivery Networks Series: Lecture Notes Electrical Engineering*. Vol. 9, 2008; Buya, Rajkumar; Pathan, Mukaddim; Vakali, Athena (Eds.); ISBN: 978-3-540-77886-8; Chapter 13: *CDN for Live and On-Demand Video Services over IP*, str. 317-342.
 - [9] Kosiedowski M., Mazurek C., Stroiński M., Węglarz J., *Grid-supported Medical Digital Library*. Studies in Health Technology and Informatics, vol. 126, str. 127-136, 2007.
 - [10] Kaliszan D., Koczorowski F., Mazurek C., Meyer N., Procyk M., Rajtar T., Stokłosa D., Stroiński M., *New Technologies in Nature Science Teaching – Virtual Laboratory of Interactive Teaching*. eChallenges2010, Warszawa.